

STREAKING DEVICE

Publication number: JP61019035

Publication date: 1986-01-27

Inventor: KINOSHITA KATSUYUKI; KATOU TAKAHITO; SUZUKI YOSHIJI

Applicant: HAMAMATSU PHOTONICS KK

Classification:

- International: **H01J31/50; H01J31/08**; (IPC1-7): H01J31/50

- european: H01J31/50B2

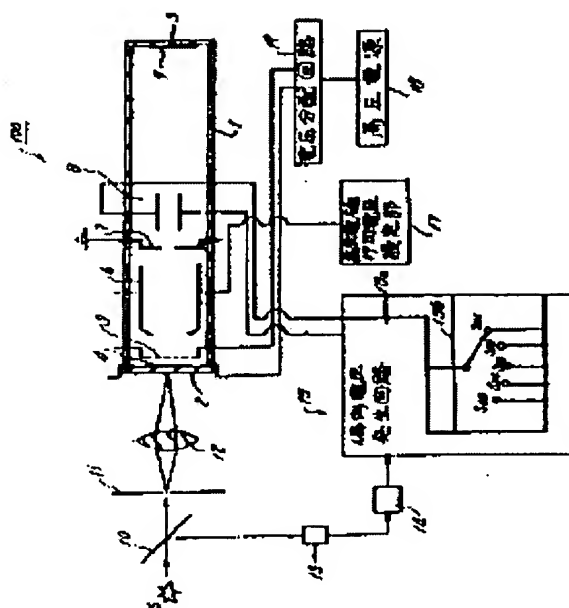
Application number: JP19840140219 19840706

Priority number(s): JP19840140219 19840706

[Report a data error here](#)

Abstract of JP61019035

PURPOSE: To obtain the maximum resolution in the simply selected sweep velocity by making the output of an electron lens driving circuit to interlock with the sweep velocity to be regulated by a change of an electric field generated by a deflection electrode of a streak tube. **CONSTITUTION:** A streak tube 100 is formed while including a plane of incidence 2, a photoelectric plane 4, a mesh electrode 5, a focusing electrode 6, a deflection electrode 8, a phosphor screen 9 and an outgoing plane 3. Then, a deflection voltage generation circuit 15 including a sweep velocity changing-over switch 15b, which selectively gives voltage with different inclination, is connected to the deflection electrode 8 while the impression voltage setting part 17 including a change-over switch interlocking with the switch 15a is connected to the focusing electrode 6 for making them to be interlocked while in advance experimentally fixing a position of a switch of the setting part 17 where the width of a streak image becomes the minimum in the position of the switch 15b. Accordingly, blur on the output surface of a photoelectric beam can be simply removed in accordance with each sweep velocity for realizing very high time resolution.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公告

⑫ 特 許 公 報 (B 2)

平4-79465

⑬ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公告 平成4年(1992)12月16日

H 01 J 31/50
G 01 J 1/02

D 7247-5E
D 7381-2G

発明の数 1 (全12頁)

⑮ 発明の名称 ストリーク装置

⑯ 特 願 昭59-140219

⑰ 公 開 昭61-19035

⑱ 出 願 昭59(1984)7月6日

⑲ 昭61(1986)1月27日

⑳ 発 明 者 木 下 勝 之 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会
社内
㉑ 発 明 者 加 藤 隆 仁 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会
社内
㉒ 発 明 者 鈴 木 義 二 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会
社内
㉓ 出 願 人 浜松ホトニクス株式会 静岡県浜松市市野町1126番地の1
社
㉔ 代 理 人 弁理士 井ノ口 壽
審 査 官 西 川 一

1

【特許請求の範囲】

1 光電面、電子レンズ、偏向電極を備え光電子ビームを偏向電極の発生する偏向電界の変化によつて規定される掃引速度により結像位置を変化させるストリーク装置において、

前記偏向電極に異なる電圧を供給し異なる掃引速度を選択的に発生させる偏向電圧発生手段と、

電子レンズ駆動出力を前記選択された掃引速度に対応して変化させる前記電子レンズ駆動回路とを設けて構成したことを特徴とするストリーク装置。

2 前記電子レンズは静電集束型の電子レンズを形成する集束電極であつて、

前記電子レンズ駆動回路は前記選択された掃引速度に対応して予め求められている集束電圧を発生する特許請求の範囲第1項記載のストリーク装置。

3 前記集束電圧は選択された掃引速度が大きくなるときは集束作用を増加させるように選択されている特許請求の範囲第2項記載のストリーク装置。

4 前記電子レンズは電磁集束型の電子レンズを

2

形成する集束コイルであつて、

前記電子レンズ駆動回路は前記選択された掃引速度に対応して予め求められているコイル電流を発生する特許請求の範囲第1項記載のストリーク装置。

5 前記コイル電流は選択された掃引速度が大きくなるときは集束作用を増加させるように選択されている特許請求の範囲第4項記載のストリーク装置。

10 【発明の詳細な説明】

(産業上の利用分野)

本発明は発光現象の経時的な強度分布の測定などに好適に利用できるストリーク装置に関する。

(従来技術)

ストリーク装置は、ストリーク管を用いて被測定光の時間的な強度分布を出力面上の空間的な強度分布に変換し、ピコ秒オーダーまでの時間分解能が得られるので特に超高速光現象の解析に用いられる。

20 まず、従来ストリーク管の構成および動作について説明する。

第4図は従来ストリーク管をその管軸を含

み、偏向電極に平行な平面で切断して示した断面図である。

第5図は前記ストリーク管を管軸を含み、偏向電極に垂直な平面で切断して示した断面図である。

ストリーク管の真空気密容器103の一端面は解析しようとする光学像が入射される入射窓101、他端面は処理された光学像を出射する出射窓102が設けられている。

入射窓101の容器内壁面側には光電面104、出射窓102の容器内壁面側には螢光面109がそれぞれ設けられている。

この真空気密容器103の管軸に沿って光電面104と螢光面109との間に順次メツシユ電極105、集束電極106、アパーチャ電極107、偏向電極102が配設されている。

そして光電面104に対して集束電極106、メツシユ電極105、アパーチャ電極107に、この順序でより高い電圧を加え、さらに螢光面109にアパーチャ電極107と同一の電位を与えておく。図示されていない装置で入射窓101を経て光電面104に前記光電面104の中心を通る線状の光学像104aが投影されたとする。

光電面104は前記光学像に対応した電子像を放出し、放出された電子はメツシユ電極105により加速され、集束電極106により集束され、アパーチャ電極107を通過し、偏向電極108の間隙を経て螢光面109の方向へ走行する。

その線状の電子像が偏向電極108の間隙を通過する期間、前記偏向電極108に傾斜状の偏向電圧を加えておく。

この電圧によつて生ずる電界の方向は管軸および線状の電子像に垂直（第4図の断面図において紙面に垂直）であり、その強さは偏向電圧に比例する。

螢光面109上には線状の電子ビームがその線状の方向と垂直に走査されることにより、最終的に螢光面109上に光電面104に投影された線状の光学像をその線状の長手方向と垂直に時間的に順次配列した光学像、いわゆるストリーク像が形成される。

したがって、ストリーク像の配列方向すなわち掃引方向の輝度変化は光電面104に入射した光学像の強度の時間的变化を表すことになる。

第5図において、光電ビームの走査される方向は図中矢印120の示す方向である。

この場合、光電面に入射する線状の像の長手方向は、紙面に垂直となり、これに対応する出力面上の線状の光像の長手方向も同様である。

この長手方向に垂直な方向に掃引しているのので、出射面における輝度の幅Wは小さい程時間分解能が高くなる。

光電面104の一点から同一時点に放出される複数の光電子は、色々な角度とエネルギーを持つ。例えば、第5図において線状の光像のa点に対応する光電面104からの放出された複数の光電子の初期エネルギーは、0～数eVの間である分布を持っている。

また放出方向も光電面104に垂直なものからa点における光電面の法線と θ ($0 < \theta \leq 90^\circ$)の角度をなすものまで種々ある。

したがって、そのままでは、これらの光電子は拡がってボケたものになってしまう。

それを再び出力面上に結像するために集束電界によつて形成される電子レンズが用いられている。まず偏向電極108を形成する1対の偏向板108aと108b間に偏向電圧が印加されていない場合についての光電子の軌道を第5図を参照して説明する。

光電面104から放出された初期エネルギーが0のものの軌道を主軌道と呼び図中121で示す。それ以外の光電子の軌道と β 軌道と言う。

β 軌道は無限に存在し、光電面から放出された時点での光電面に対する法線となす放角 θ が大きい程、またその初期エネルギーが大きい程 β 軌道が主軌道より離れる距離は大きくなる。

以下説明を容易にするため、法線となす角 60° 、1eVで主軌道1に対称に放出された光電子の軌道122、122により β 軌道を代表させることにする。

主軌道を通る光電子の螢光面109に到達する位置をa"とすれば、集束電極106に印加する電圧を調整することによつて任意の β 軌道の出力面上に到達する位置を、実質的にa"点に一致させることができる。

一般に、 β 軌道をとる光電子は第5図で示されるように、当初主軌道121から離れていき、その後、集束電極106によつて形成された電子

レンズによつて再び主軌道の方に力を受ける。

そのため、 β 軌道をとる光電子は集束電極106のメツシュ電極105の側の端付近で、主軌道との距離は最大となり、そこから主軌道方向の力を受け、アパーチャ電極107と偏向電極108の間あたりで、集束電子レンズ効果はなくなるので、光電子は、ほぼ光電面105とアパーチャ電極107の間に印加された電圧に対応する速度で直線運動をして、主軌道に近づき a'' 点に到達する。

本件発明者等は前記螢光面におけるビームの拡がり幅 W について種々検討した結果、前記ビームの拡がりを決定するいくつかのパラメータを正確に把握した。

すなわち前記ビーム拡がり幅は掃引速度（偏向電界の変化速度）に密接な関係を持つことを突き止めた。

しかしこれ等の原理が究明されてもこれを計測現場でただちにストリーク装置の調整に応用することは極めて困難である。

（発明の目的）

本発明の目的は希望する掃引速度を選定したときに、その速度において最も大きい時間分解を得ることができるストリーク装置を提供することにある。

（発明の構成）

前記目的を達成するために本発明によるストリーク装置は、

光電面、電子レンズ、偏向電極を備え光電子ビームを偏向電極の発生する偏向電界の変化によつて規定される掃引速度により結像位置を変化させるストリーク装置において、

前記偏向電極に異なる電圧を供給し異なる掃引速度を選択的に発生させる偏向電圧発生手段と、

電子レンズ駆動出力を前記選択された掃引速度に対応して変化させる前記電子レンズ駆動回路とを設けて構成されている。

（発明の原理）

本件発明者等の検討によれば β 軌道の偏向電極部分での主軌道からの隔たりが重要な意味を持ち、上側の β 軌道（偏向板108a側）および下側の β 軌道（偏向板108b側）の電子が偏向電界により受ける影響による螢光面でのビームの拡がり幅 W が決る。

以下集束レンズに一定の機能を与えておいた場合の螢光面でのビームの拡がり幅 W と偏向電界（掃引速度）との関係を説明する。

まず偏向電極に偏向電圧を印加しているがその変化が電子ビームの偏向空間通過時間中に変化しないと考えるとよい場合（静的な場合）について説明する。

第6図は、先に説明したストリーク管の偏向電極と螢光面を取り出して示した略図である。

10 図中ビームAは、偏向板108aに+VD（正電圧）、偏向板108bに-VVD（負電圧）の偏向電圧を引火した場合の電子ビームを主軌道と β 軌道で示している。

ビームCは、偏向板108aに-VVD（負電圧）、偏向板108bは+VD（正電圧）の偏向電圧を印加した場合の電子ビームを主軌道と β 軌道で示している。

いずれも、偏向電圧が加わっていない時、出力螢光面109上の1点に結像されているビームBが偏向されたものである。

20 ビームAとCではいずれも、出力螢光面109上で拡がりが生じている。

この拡がり、図中に示された β 軌道のa電子とb電子の偏向量の差に原因するものである。

第7図を参照してさらに説明する。

第7図はVDを500Vとした時の偏向電極108の回りの等電位線を略図的に示したグラフである。

30 電子ビームAの場合、偏向電極108の入力付近で、a電子（ β 軌道上の電子）は+V₀の印加されている偏向板108aに近いのでこれによつて、管軸方向に加速される。

b電子（他の β 軌道上の電子）は-V₀の印加されている偏向板108bに近いのでこれによつて減速される。

この結果、b電子はa電子よりゆつくり偏向電界の中を通過することになるので、b電子はより一層偏向電界の作用を受け、a電子より強く偏向されることになる。

40 電子ビームCの場合は、a電子とb電子の関係が逆になる。このように出力螢光面109の端において電子ビームは螢光面109の前方に集束され、拡がり W_s が生じる。この量は中心から大きく偏向された場所程大きくなる。

この広がり W_s がストリーク管の時間分解能の劣化の一因となつている。

蛍光面109上でビームの掃引速度を V_s とすれば、この広がり W_s により規定されるストリーク管の時間分解能 Δt は次式で定義される。

$$\Delta t = W_s / V_s$$

このように、偏向角が大きい所でビーム広がりが生じるだけなら、有効に使用できる出力面中心部分と偏向角の小さい範囲を使用していれば問題はない。

次に偏向板108に加えられる偏向電圧が電子が通過中に変化するストリーク動作に用いられる傾斜状偏向電圧の場合（動的な場合の軌道）について説明する。

第8図に偏向電極108に加えられる偏向電圧波形を示す。

第8図のように偏向板108aに $V_{d1}(t)$ 、他の偏向板108に $V_{d2}(t)$ を印加すると時刻 t で偏向板間の電圧は

$$V_{d1}(t) - V_{d2}(t) \text{ となる。}$$

光電子が偏向電極部を通過する時間中の偏向電極に印加されている前記傾斜電圧の変化量が光電子ビームの光電面とアパーチャ電極の間の加速電圧に比較して無視できる程度ならば、前述した直流偏向電圧を印加したときと同じ取り扱いをすることができる。

光電面と、アパーチャ電極の間で光電子は10KeV位に加速されたとすると、光電子の偏向電極部での管軸方向の速さは約 $6 \times 10^7 \text{ m/s}$ となる。偏向電極の長さを例えば12mmとすれば通過に要する時間は200ps程度となる。

例えば第8図に示す傾斜状電圧が $1 \mu\text{s}$ で、3KV変化する程度なら偏向電極を通過する間に、偏向板に引加される電圧の変化は、0.3V程度で、前記10KeVに比べて非常に小さく直流電圧が印加されたと同一にみなしてもよい。

しかし例えば200psの通過時間の間に3KV変化してしまうとなると、出力面上のビームの広がり様子は異なつたものになる。

第9図は、このように偏向板108a、108bに印加される傾斜電圧の傾斜が非常に大きい場合のビーム広がり様子を示す。

この場合も、管軸方向の速度の遅い電子が偏向電界によって作用を受けやすいという基本は、直

流偏向電圧が印加された場合と同じである。

高速変化偏向電界の場合は、各電子ビームA、B、Cにおけるa電子とb電子（ β 軌道上の電子）の間の管軸方向の速度の関係は直流偏向電圧の場合と異なる。

例えば、蛍光面109の中心に到達するビームBについても、第6図を参照して説明した直流偏向電圧の時は、偏向板間に印加される電圧変化は零であるのに対して、非常に速く変化する傾斜状電圧が印加されている。

第9図の例では、ビームBは偏向電極に入射する時点では、偏向板108aに+、108bに-の電圧が印加されていて、偏向電極に入つて当初の期間は108a側に曲げられ走行する。

そのうち偏向板108aと、108bの電圧が逆転して108b側に曲げられ、最終的には出力面の中心に到達する。

また、偏向電界も電子のパルスが偏向場を通過する間に大きく変わるため電気軌道に対する偏向電界の効果は、直流偏向電圧の場合とは異なり、直流偏向電圧の場合のように簡単には広がり様子は求まらない。

本発明者等は、電子計算機を用いた電子軌道解析によつて、偏向電極部を光電子が通過する時間200ps程度の間に、例えば1.5KV変化するような傾斜電圧が偏向板に印加される場合について出力面状の広がり様子を求めた。

それによるとその広がり W_d は出力面中心で一番大きく、偏向の大きい所でも、出力面上の広がり W_d の生ずる様子が直流偏向電圧の印加されている場合と異なることがわかつた。

また、この広がり W_d は、光電子ビームの集束点を、集束電極の電圧を調整することによつて、出力面より後の面にずらした場合、出力面上で生ずる広がりとはほとんど同じであることがわかつた（第9図に点線で示したもの）。

いずれにしても、第6図の場合と異なり有効に使用したい出力面中心付近が一番広がり W_d が大きく、これはストリーク管の動作上、非常に問題となる所である。

また、一般にストリーク管を用いた測定では、高時間分解能を得ようとすればする程、掃引速度を上げる。

光電子ビームが偏向電極を通過する間に、傾斜

状偏向電圧の変化量が無視できる範囲では、螢光面上の光電子ビームの拡がりの様子は第6図に示される。出力面中心付近では、偏向電界によるビーム拡がりはないとはいえ、実際に光電面に入射される線状像は、有限の幅を持ち、またこの像を出力面上に結像する集束レンズも、色収差や球面収差等の収差を持つので出力像もまた数 $10\mu\text{m}$ の幅をもつ。この幅を W_f とする。

これによつて定まる時間分解能は、 $\Delta t_f = W_f / V_s$ (V_s は掃引速度)であり、 W_f は V_s によらず一定であるので掃引速度 V_s を大きくすれば Δt_f は小さくなり、時間分解能はあがる。しかし、掃引速度を上げるといことは、偏向電極に引火する傾斜電圧の傾きを大きくすることであり、これは先に述べたようにこの電圧の変化が非常に大きくなると、偏向電界によるビーム拡がり W_d が生じ、この効果による時間拡がり $\Delta t_d = W_d / V_s$ (V_s は掃引速度)が生じる。一番有効に用いた出力螢光面中心での Δt_f 、 Δt_d の掃引速度との関係の計算例を第10図に示す。

この図より理解できるように掃引速度 V_s を大きくしていくと Δt_f は小さくなっていくが、あまり掃引速度が大きくなると、偏向電界によるビーム拡がりの効果が出てきて Δt_d が大きくなる。ストリーク管全体としての総合的な時間分解能 Δt は次の式で近似される。

$$\Delta t = [(\Delta t_d)^2 + (\Delta t_f)^2]^{1/2}$$

第10図中に示されるように Δt はある掃引速度で一番小さくなるが、それ以上掃引度を上げててもかえつて時間分解能は悪くなっていく。

第9図に示すように、高速で掃引した時生じるビームの拡がり、ビームの結像面が出力面の後方へずれたのとほとんど等価である。

そこで本発明では、第11図に示すようにあらかじめ、出力面中心においてビームを静的に状態で出力面より適当なだけ前方で結像しておけば、掃引状態ではビームが丁度出力面に結像するようになり、偏向電界によるビーム拡がりが打ち消されることを用いる。

そのような結像面の調節は集束電極への印加電圧を変化させることにより可能で、集束電極電圧を負の方向にずらせば結像面が出力面より前方(光電面側)へずれ、大きく電圧をずらす程より前方へ結像面が移動する。

そこで本発明では、この結像面の移動量(正確には静的な結像位置からの移動量)を、掃引速度に対応して異ならせることにし、その速度での最高の時間分解を得ることができるようにしたものである。

なお前記結像面の移動量は掃引速度で一義的に決まるのではなく、ストリーク管の寸法精度のバラツキがあるので管により少しずつ異なる。

そこで実際の応用にあつては、一本、一本の管について各掃引速度で、最適集束電極電圧を求めてその値を用いる必要がある。

(実施例)

以下、図面等を参照して本発明をさらに詳しく説明する。

第1図は本発明によるストリーク管駆動装置の第1の実施例を示すブロック図である。

ストリーク管100は、入射面2、光電面4、メツシユ電極5、集束電極6、アパーチャ電極7、偏向電極8、螢光面9、出射面3を備えている。つまりこのストリーク管100は静電型の電子レンズをもち、その基本的な構成と動作は第4図および第5図を参照して説明したものと異ならない。ストリーク管100の偏向電極8は傾斜の異なる偏向電圧を選択的に接続することができる偏向電圧発生部15に接続されている。

偏向電圧発生部15は偏向電圧発生回路15aと偏向電圧の傾斜を選択するスイッチ15bからなり、傾斜を選択するスイッチ15bは切換接点 $SD_1 \sim SD_5$ により5段階の傾斜を選択できるようになっている。

偏向電圧発生回路15aは、2KVの電圧源とアバランシエトランジスタと前記切換接点 $SD_1 \sim SD_5$ に接続された5組の抵抗とコンデンサの直列回路を含んでいる。

スイッチ15bにより選択された抵抗とコンデンサと電圧源とアバランシエトランジスタの直列回路が形成され選択された抵抗とコンデンサの時定数により偏向電圧の傾斜が決定される。

この実施例では切換接点 $SD_1 \sim SD_5$ により、以下の5種類の掃引速度を選択できるようにしてある。

① $SD_1 \quad 1 \times 10^7 \text{m/s}$

② $SD_2 \quad 3 \times 10^7 \text{m/s}$

③ $SD_3 \quad 5 \times 10^7 \text{m/s}$

④ SD_4 $8 \times 10^7 \text{ m/s}$

⑤ SD_5 $10 \times 10^7 \text{ m/s}$

高压電源回路18の発生する電圧は電圧分配回路19を介してメツシユ電極5、および集束電極印加電圧設定部17を介して集束電極6に接続されている。

集束電極印加電圧設定部17と電圧分配回路19の構成を第2図を参照して説明する。

高压電源18は10KVの負高压を発生する。この電圧は電圧分配回路19により、まず光電面4には-10KV、メツシユ電極5には電圧分配回路19の抵抗75MΩと425MΩで分圧された-

8.5KVが印加される。

集束電極印加電圧設定部17は、高压電源18にそれぞれ接続された500MΩの可変抵抗VR₁~VR₅とそれぞれの分圧端子電圧を集束電極に選択して接続する端子SB₁~SB₅をもつスイッチ17aから構成されている。

前述したように、各掃引速度に応じて最適の集束電極電圧が存在するのでその値をあらかじめ、実測し、各々の可変抵抗の分圧端子の位置を固定する。

この実測例では前記掃引速度に対応して各端子電圧(集束電圧)を以下のように設定してある。

なおこの電圧の実験的な選定方法については後述する。

① SB₁ -8.6KV

② SB₂ -8.64KV

③ SB₃ -8.78KV

④ SB₄ -8.85KV

⑤ SB₅ -8.97KV

希望する掃引速度を与えるスイッチ端子SD_xとそれに対応する集束電圧を与えるスイッチ端子SB_xを選定して装置を動作させる。

被計測光は、ハーフミラー11によつて2つに分けられ1つは、光学スリット11に入射して、この像がレンズ12でストリーク管100の光電面4に結像させられる。この像は光電面4で光電子流に変換される。

もう1つの光はPINフォトダイオード13で検出され、トリガ信号を発生し、これは遅延回路14を通じて偏向電圧発生部15の偏向電圧発生回路15aをトリガする。

遅延回路14は被計測光の観測したい時間域の

強度分布を、ストリーク管100の出力面3上へストリーク像として得るために、変換された光電子流の掃引のタイミングをとるために用いるものである。

掃引するための傾斜状電圧の発生のタイミングをトリガ信号を適当量遅延させることによつて得ている。

偏向電圧発生回路15aのアバランシエトランジスタは前記トリガにより導通させられ、選定されている傾斜の電圧を発生する。

一方この傾斜電圧に対応して最適の集束電圧が与えられているので螢光面9に理想的なストリーク像が得られる。

次に掃引速度と出力面上への結像条件を各掃引速度で最適とするための偏向電圧に対する集束電圧の実験的な決定方法について説明する。

まず掃引速度切換スイッチ15bをSD₁の位置にセットし、V_{1m}/sの掃引速度に設定する。

そして、集束電極印加電圧設定部17の切換スイッチ17aをSB₁の位置にセットする。

偏向電界と集束電界の関係が最適でなければ、出力面上でのビームの拡がり、掃引方向に生じる。その掃引速度において、その拡がり、もし生じないとしたら、掃引方向でのストリーク像の幅がほとんど無視できるようなピコ秒オーダーまたは、それより短い光パルスで第1図の配置で図中Sの示す位置から繰り返し入射し、出力面上のストリーク像を観察する。

こうして、多数回の試行によりストリーク像の幅が最小となる位置にVR1の位置を固定する。

以下、V₂...V_{5m}/sの掃引速度に対して各々同じことをくり返す。

こうして、そのストリーク管に固有の各ストリーク速度に応じた集束電極印加電圧を定めることができる。

前述した①~⑤に示した集束電圧は前記のようにして決定されたものである。

前記の各掃引速度によりえられた画面中心における時間分解能は以下のとおりであつた。

① SD₁ SB₁ 3ps (ピコ秒)

② SD₂ SB₂ 1.5

③ SD₃ SB₃ 1.0

④ SD₄ SB₄ 0.8

⑤ SD₅ SB₅ 0.7

なお集束電圧を掃引速度が極めて小さいときに最適な時間分解を与える大きさに固定しておくとして掃引速度が $3 \times 10^7 \text{ m/s}$ を越えると次第に時間分解が悪くなっている。

これは第10図に示したグラフの特性と一致している。

本発明は光電子ビームを電磁集束型の電子レンズを用いて集束する場合にも同様に適用できる。第3図は本発明による装置の第2の実施例を示すブロック図である。

電磁集束型の電子レンズを用いストリーク管100の電子ビームの結像面の調節は、集束コイル20に流すコイル電流を調節して行う。

コイル電流を増すとビームの結像面は前方へ移動する。

そこで、静電集束型の所で説明したと同様に各掃引速度に対して可変抵抗器VR1…VR5を各々調整して集束コイル20に電源21から最適なコイル電流が流れるように調節する。

集束コイル電流切換スイッチ22aや掃引速度切換スイッチの働きも、その相互の関係も静電集束型の場合と同じである。

(実施例)

以上詳しく説明した実施例について本発明の範囲内で種々の変形を施すことができる。

集束電極に印加する可変抵抗器を多数の引出し端子を持つ一つの可変抵抗器としてその端子を選択するようにすることも可能である。

微弱な光源のストリーク像を観察するためにストリーク管内の螢光面の前面にマイクロチャンネルプレートを導入することができる。

この場合において電子レンズの結像面はマイクロチャンネルプレートの入力面である。

各実施例において偏向電圧を選択するスイッチと電子レンズの電界または磁界を選択するスイッチを連動させておけば、掃引速度の選択により最適な電子レンズの電界または磁界を自動的に選択することが可能となる。

(発明の効果)

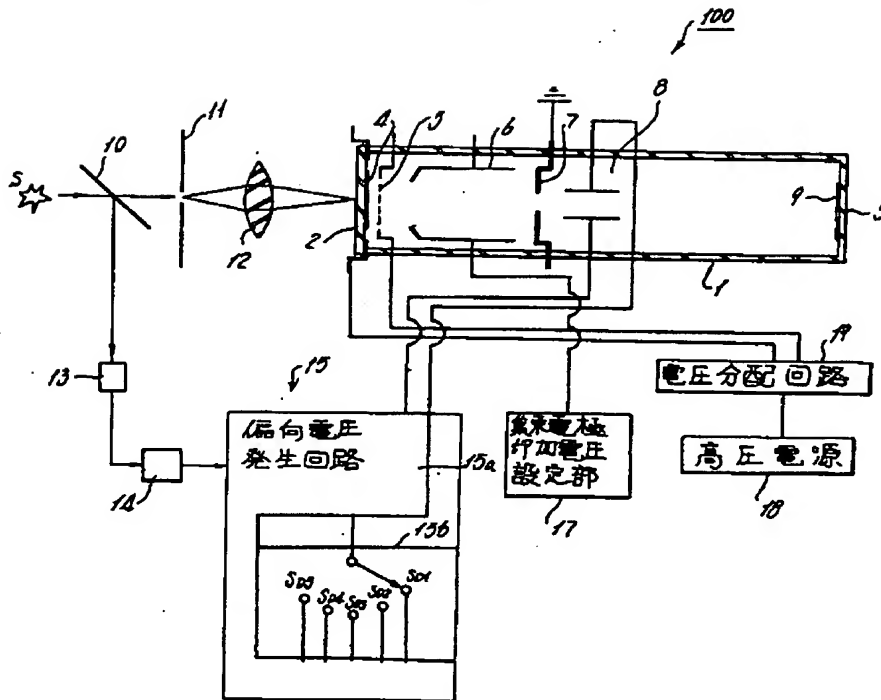
以上詳しく説明したように、本発明によるストリーク装置を用いることによつて、非常に簡単に高速掃引時に偏向電界によつて生ずる光電子ビームの出力面上でのボケを各掃引速度に応じて除去して、非常に高い時間分解を実現できる。

【図面の簡単な説明】

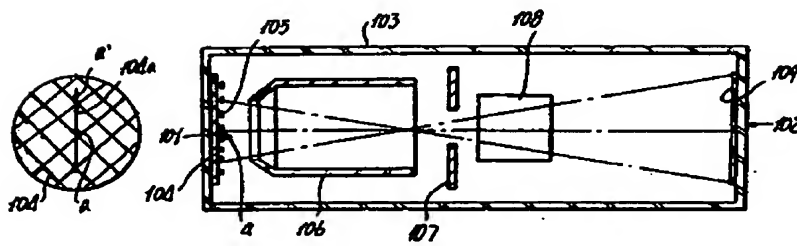
第1図は本発明によるストリーク装置の第1の実施例を示すブロック図である。第2図は前記実施例装置における集束電極印加電圧設定部等の構成を示すブロック図である。第3図は本発明によるストリーク装置の第2の実施例を示すブロック図である。第4図は従来のストリーク管を管軸を含み偏向板に平行な平面で切断して示した断面図である。第5図は前記ストリーク管を管軸を含み偏向板に垂直な平面で切断して示した断面図である。第6図は比較的掃引速度が遅いときの電子ビームの軌跡を説明するための略図である。第7図は偏向電界の電子への作用を説明するための略図である。第8図は偏向電界を発生させる傾向電圧を説明するための波形図である。第9図は比較的掃引速度が速いときの電子ビームの軌跡を説明するための略図である。第10図は掃引速度と時間分解能の関係を説明するためのグラフである。第11図は比較的掃引速度が遅いときの電子ビームと速いときの電子ビームを比較して示した略図である。

2……入射面（入力面）、3……出射面（出力面）、4……光電面、5……メツシユ電極、6……集束電極、7……アパーチャ電極、8……偏向電極、9……螢光面、10……ハーフミラー、11……スリット板、12……レンズ、13……PINホトダイオード、14……遅延回路、17……集束電圧印加電圧発生部、18……高圧電源、19……電圧分配回路、20……集束コイル、21……集束コイル電源、22……集束電流発生回路、100……ストリーク管。

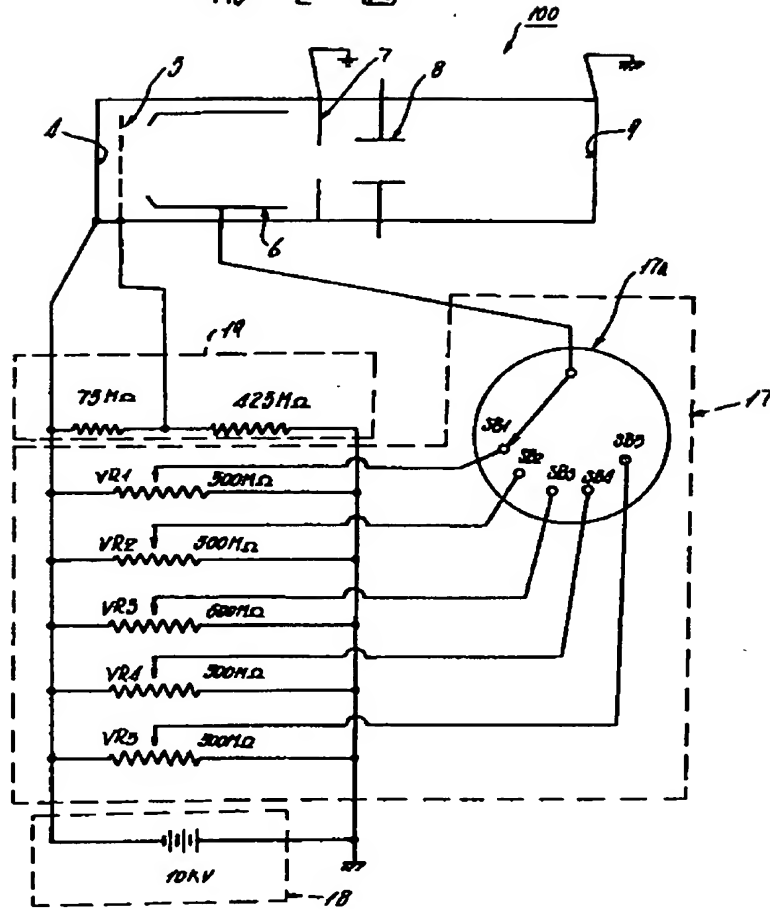
第 1 図



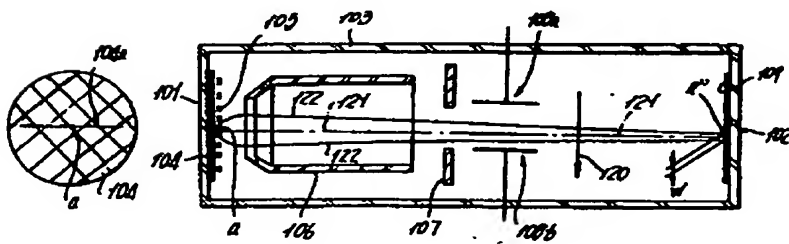
第 4 図

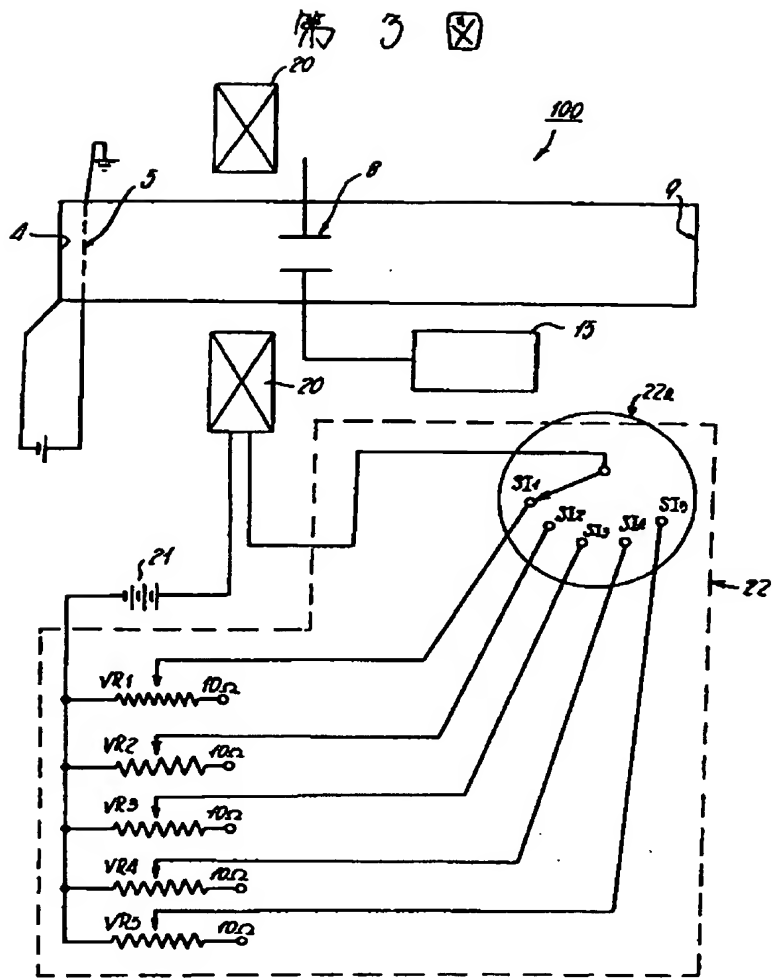


第 2 図

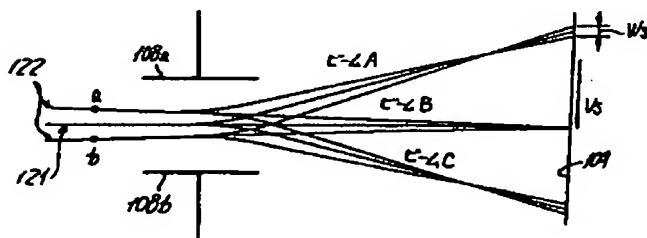


第 5 図

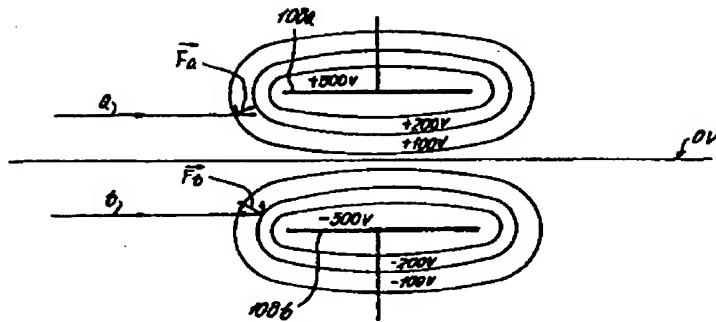




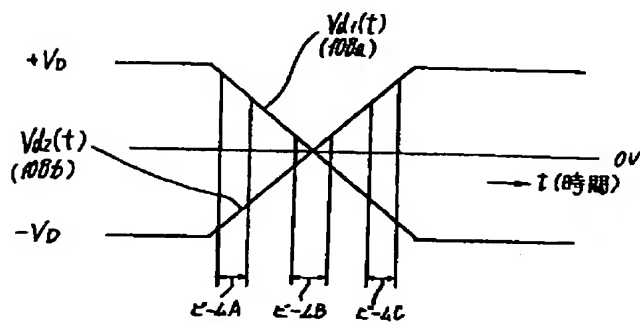
第 6 図



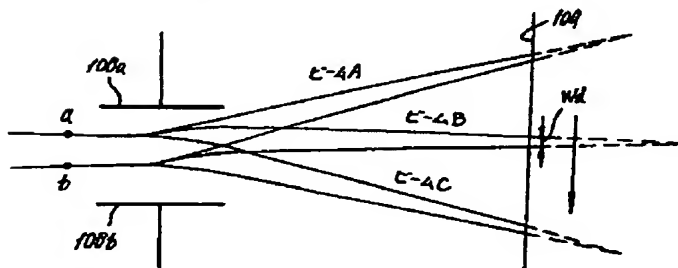
第 7 回



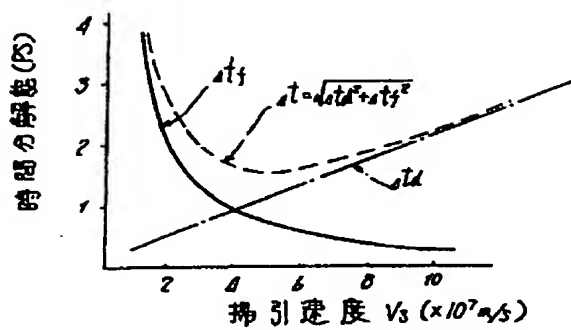
第 8 回



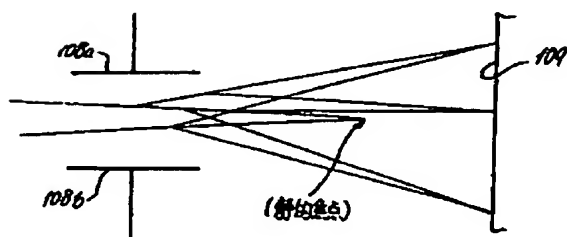
第 9 回



第 10 图



第 11 图



STREAKING DEVICE

Publication number: JP61019034

Publication date: 1986-01-27

Inventor: KINOSHITA KATSUYUKI

Applicant: HAMAMATSU PHOTONICS KK

Classification:

- International: **H01J31/50; H01J31/08**; (IPC1-7): G01J1/02; H01J31/50

- european: H01J31/50B2

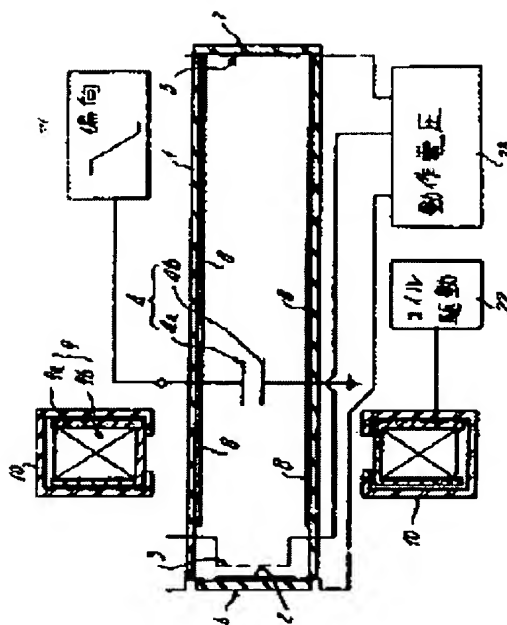
Application number: JP19840140218 19840706

Priority number(s): JP19840140218 19840706

Report a data error here

Abstract of JP61019034

PURPOSE:To realize high time resolution without lowering the deflection sensitivity by constituting a streaking device while providing a focusing magnetic flux generator generating a magnetic flux, which focuses photoelectrons only on the space between a photoelectric plane and an entrance of a deflection electrode. **CONSTITUTION:**A mesh electrode 3, a deflection electrode 4 and a wall anode 8 are provided on the inside wall of a container 1 arranged between an incident window 6 provided with a photoelectric surface 2 of a vacuum container 1 and an outgoing window 7 provided with a phosphor screen 5 while arranging a focusing magnetic flux generator 9 including a coil 9b for generating a magnetic flux, which focuses photoelectrons only on the space between photoelectric surface 2 and the entrance of the deflection electrode 4, on the outer side of the container in order to form a streaking device changing the time intensity distribution of the light to be measured into the spacial intensity distribution. Then, voltage is given from power supply 21-23 respectively in order to drive. Accordingly, while fully putting an effect of obtaining a linear photoimage with high resolution of electromagnetic focusing type, high time resolution can be obtained.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

⑬ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公告

⑫ 特許公報(B2)

平4-73257

⑤ Int. Cl.⁵

H 01 J 31/50
G 01 J 1/02

識別記号

庁内整理番号

D 7247-5E
D 7381-2G

②④ 公告 平成4年(1992)11月20日

発明の数 2 (全7頁)

④ 発明の名称 ストリーク装置

⑦ 特 願 昭59-140218

⑥ 公 開 昭61-19034

⑧ 出 願 昭59(1984)7月6日

⑨ 昭61(1986)1月27日

② 発 明 者 木 下 勝 之 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会
社内

③ 出 願 人 浜松ホトニクス株式会 静岡県浜松市市野町1126番地の1
社

④ 代 理 人 弁理士 井ノ口 壽
審 査 官 西 川 一

1

【特許請求の範囲】

1 内面に光電面が形成された入射窓と前記光電面に対向するように螢光面が形成されている出射窓を有する真空容器、前記容器の管軸に沿って前記光電面に対向するように配置された光電子加速用の光電子加速電極、前記光電子加速電極と出射窓間で管軸を挟むように対向する一対の電極から形成された偏向電極、前記光電子加速電極と前記出射窓間の前記容器の内壁面に設けられたアノード、前記容器の外側から前記光電面と偏向電極の入口の間の空間にのみ前記光電面から放出された光電子を実質的に集束させる集束磁束を発生させる集束磁束発生器からなるストリーク管と、前記ストリーク管の偏向電極に偏向電界を発生させる電圧を供給する偏向電圧発生回路と、前記ストリーク管の他の電極に動作電圧を供給する動作電圧発生回路と、前記集束磁束発生器に電流を供給する駆動電源から構成したストリーク装置。

2 前記集束磁束発生器はコイルボビンにコイルを巻いたものでありコイルボビンの中心軸は容器の中心軸と一致させられて前記光電面と偏向電極の入口の間の前記容器の外側に配置されている特許請求の範囲第1項記載のストリーク装置。

3 前記コイルとコイルボビンは前記容器側に開口をもつ磁性体によりシールドされている特許請求の範囲第2項記載のストリーク装置。

2

4 前記アノードは、前記光電子加速電極と前記出射窓間の前記容器の内壁面に前記偏向電極の引出し部分を除いて一体に設けられている特許請求の範囲第1項記載のストリーク装置。

5 内面に光電面が形成された入射窓と前記光電面に対向するように螢光面が形成されている出射窓を有する真空容器、前記容器の管軸に沿って前記光電面に対向するように配置された光電子加速用の光電子加速電極、前記光電子加速電極と出射窓間で管軸を挟むように対向する一対の電極から形成された偏向電極、前記光電子加速電極と前記出射窓間の前記容器の内壁面に設けられたアノード、前記容器の外側から前記光電面と偏向電極の入口の間の空間にのみ前記光電面から放出された光電子を実質的に集束させる集束磁束を発生させる永久磁石の集束磁束発生器からなるストリーク管と、前記ストリーク管の偏向電極に偏向電界を発生させる電圧を供給する偏向電圧発生回路と、前記ストリーク管の他の電極に動作電圧を供給する動作電圧発生回路から構成したストリーク装置。

【発明の詳細な説明】

(産業上の利用分野)

本発明は発光現象の経時的な強度分布の測定などに好適に利用できるストリーク装置に関する。

(従来の技術)

ストリーク装置は、被測定光の時間的な強度分布を出力面上の空間的な強度分布に変換する装置である。

ピコ秒台の時間分解能が得られるので超高速光現象の解析に用いられている。

まず、従来のストリーク装置の構成および動作を簡単に説明する。

第3図は従来のストリーク管の構成を示す管軸を含み、偏向電極に平行な平面で切断して示した断面図、および光電面と光学像の関係を示す略図である。

第4図は前記ストリーク管の管軸を含み、偏向電極に垂直な平面で切断して示した断面図である。ストリーク管の真空気密容器103の一端面は解析しようとする光学像が結像させられる入射窓101、他端面は処理された光学像を出射する出射窓102を形成している。

この真空気密容器103の管軸に沿って、入射窓101と出射窓102との間に順次光電面104、メツシユ電極105、集束電極106、アパーチャ電極107、偏向電極108、螢光面109が配設されている。

そして光電面104に対して集束電極106、メツシユ電極105、アパーチャ電極107にこの順序でより高い電圧を加え、さらに螢光面109にアパーチャ電極107と同一の電位を与えておく。

図示されていない装置で入射窓101を経て光電面4に前記光電面104の中心を通る線上の光学像4aが投影されたとする。

光電面104は前記光学像に対応した電子像を放出し、放出された電子はメツシユ電極105により加速され、集束電極106により集束され、アパーチャ電極107を通過し、偏向電極108の間隙に入射させられる。

この線状の電子像が偏向電極108の間隙を通過する期間、前記偏向電極108に傾斜状の偏向電圧を加える。この電圧によつて生ずる電界の方向は管軸および線状の電子像に垂直（第3図の断面図において紙面に垂直、第4図では紙面に平行）であり、その強さは偏向電圧に比例する。

そして偏向電極108の偏向電界により偏向され、螢光面109に入射させられる。第4図に偏向の方向を矢印120で示してある。

螢光面109上には線状の電子ビームがその線状の方向と垂直に操作されることにより、最終的に螢光面109上に、光電面104に投影された線状の光学像をその線の方向と垂直に時間的に順次配列した光学像、いわゆるストリーク像が形成される。したがって、ストリーク像の配列方向すなわち掃引方向の輝度変化は光電面104に入射した光学像の強度の時間的変化を表すことになる。現実には光電面の一点から同一時点に放出された複数の光電子は螢光面の同一点に入射せず時間軸方向にわずかな幅を持つて入射する。

第5図に螢光面109への光電子の入射状態を拡大して示してある。

光電面104のa点から同一時点に放出された光電子は螢光面109のa''を中心とする幅W内に分散して入射する。

光電面104に、実質上幅の無視できる線状の光像を入射しても光電面104のa点から同一時点に放出された光電子は螢光面109のa''を中心とする幅W内に分散して入射することにより分解が損なわれる。

これは、光電面から放出される光電子がいろいろな角度とエネルギーを持つことに原因している。

第4図において光電面104のa点から放出された複数の光電子の初期エネルギーは0～数eVの間のある分布をもっており、放出方向も光電面に垂直なものからa点における光電面の法線と θ ($0 < \theta < 90^\circ$)の角度をなすものまでいろいろある。

初期エネルギーが0のものの軌道を主軌道と呼び、第4図および第5図に曲線121で示す。

また任意のエネルギーEeV (0～数eV)で任意の方向に放出されたものの軌道を β 軌道と呼び、第4図および第5図に曲線122で示す。

主軌道を通る電子の螢光面109へ到達する位置をa''とする。

従来のストリーク装置では集束電極106に印加する電圧を調整して、電子レンズを調整することによつて、任意の β 軌道の出力面上に到達する位置をa''点に近い範囲にするように調整している。しかし、この広がりWはなお、数 $10\mu\text{m}$ の広がりを持つ。この場合は光電面上の中心aから放出されたものを示したが、線状の光像の中心から

離れた点に対応する出力面上での広がり、より大きくなる。この広がり、電子レンズの球面収差などの種々の収差によつて生じるもので、これも時間分解能を劣化させる要因となる。

前述した電界型電子レンズの他に磁界型電子レンズが知られている。

磁界型電子レンズは前記形式の電子レンズよりもレンズ収差が小さい。

磁界型電子レンズは、螢光面に再結像される線状の光像の幅を線に沿つて広い範囲にわたつて、静電集束型の数分の1に小さくでき、高い空間分解能を提供できる。米国特許第4350919号にはそのような磁界型電子レンズを用いたストリーク管が示されている。

第6図は磁界型電子レンズを用いたストリーク管の断面図である。

真空気密容器103の一端面には解析対象の光学像が形成される入射窓101、他端面は処理された光学像を射出する出射窓102が形成されている。

この真空気密容器103の管軸に沿つて入射窓101と出射窓102との間に順次光電面104、メツシユ電極105、偏向電極108、螢光面109が設けられている。

そして管の周辺に、管軸とその中心を一致させた電磁集束コイル115が配置されている。

このコイルに適当な電流を流すことにより、管軸方向に一致した集束磁界レンズを形成する。

光電面104上に投影された線状の光学像104aから放出された電子像を螢光面109上に再び線状の電子像として再結像させている。

この像は偏向電極108により、時間分解能を得るために偏向されている。電子は偏向電極108の偏向電界だけでなく集束磁界からも力を受ける。なお前述した第3図の実施例の場合は偏向電極108のみにより偏向される。

そのため、電磁型の電子レンズを使用するストリーク管の螢光面に偏向電極108の偏向方向に垂直な縞を持つストリーク像を得るためには、第6図に示すようにある角度 ϕ だけ傾けて光像の線を光電面104に入射する必要がある。

すなわち、従来の電磁集束型のストリーク管では第6図に示すように、掃引用の偏向電極108が集束磁界の中に含まれてしまうので、偏向電界

により電子が偏向されるときこの集束磁界の影響を受ける。

そのため偏向電極の形状、偏向電極—出力面間の距離、光電子の偏向電極を通過する時の管軸方向速度を同じにしても、電界型電子レンズのストリーク管に比較して、電磁集束型ストリーク管は偏向感度が半分以下となり、掃引速度が遅くなる。そのために時間分解能を向上させることができず電磁型の特性を充分生かしきれていない。

10 (発明の目的)

本発明の主たる目的は、前述した集束磁界による偏向感度の低下をなくした、電磁集束型ストリーク装置を提供することにある。

(発明の構成および作用)

- 前記目的を達成するために、本発明によるストリーク装置は、内面に光電面が形成された入射窓と前記光電面に対向するように螢光面が形成されている出射窓を有する真空容器、前記容器の管軸に沿つて前記光電面に対向するように配置された光電子加速用の光電子加速電極、前記光電子加速電極と出射窓間で管軸を挟むように対向する一対の電極から形成された偏向電極、前記光電子加速電極と前記出射窓間の前記容器の内壁面に設けられたアノード、前記容器の外側から前記光電面と偏向電極の入口の間の空間にのみ前記光電面から放出された光電子を実質的に集束させる集束磁束を発生させる集束磁束発生器からなるストリーク管と、前記ストリーク管の偏向電極に偏向電界を発生させる電圧を供給する偏向電圧発生回路と、
30 前記ストリーク管の他の電極に動作電圧を供給する動作電圧発生回路と、前記集束磁束発生器に電流を供給する駆動電源から構成されている。

また前記集束磁束発生器を永久磁石を用いて構成すれば、前記集束磁束発生器に電流を供給する駆動電源を設けることなくストリーク装置を形成することができる。

従来の電磁集束型ストリーク管では、集束磁界を、偏向電極部や偏向電極と出力面の間にも存在させている。

- 40 本発明によるストリーク装置では集束磁束発生器により、容器の外側から前記光電面と偏向電極の入口の間の空間にのみ前記光電面から放出された光電子を実質的に集束させる集束磁束を発生させている。

一般に磁力線があると、光電子はそれにまつわりつく性質があり、偏向電極による偏向を妨げる作用をする。

本発明では前記構成により偏向感度を低下させないようにし、高い時間分解を得ている。

(実施例)

以下、図面等を参照して本発明をさらに詳しく説明する。

第1図は本発明によるストリーク装置の実施例を示すブロック図である。

図中、ストリーク管とコイルを管軸を含む平面で切断して示してある。

円筒状の管1の全長は、約280mm、外径約50mmである。

この実施例は可視光像の変化の解析を目的とするもので光電面2としてマルチアルカリ光電面を用いている。

光電面2と光電子加速電極であるメツシュ電極3の間隔は1.6mmで、メツシュ電極3のあらさは1000メツシュ/インチである。

光電面2から約85mmのところに、1対の平行平板4a、4bからなる掃引用偏向電極4が配置されている。

平行平板4a、4bは、ステンレス製で、管軸方向の長さ25mm、幅は20mmでその間隔は4mmである。

偏向電極4と螢光面5の間の距離は約170mmである。

螢光面5の螢光材料として、P-20、またはP-11（P-〇〇は米国における電子機械関係の団体EIAの規格）螢光体を使用する。

メツシュ電極3と、螢光面5の間の円筒状の管1の内面のガラス壁には、電荷の帯電を防ぐために、アルミを蒸着し、アノードを形成するウオールアノード8を形成してある。

ただし、平行平板4a、4bを支持し、かつ、掃引電圧を与えるためのリード線の管壁へのつけ根付近はアルミをつけず、電気的にウオールアノードとリードを絶縁してある。

管1の外側には、光電面2と偏向電極4の入口の間の空間にのみ前記光電面2から放出された光電子を実質的に集束させる集束磁束を発生させる集束磁束発生器が配置されている。

集束磁束発生器9は、アルミ製のコイルボビン

9aとこれに巻かれたコイル9bにより形成されている。

コイルボビン9aの中心は光電面2から約60mmの所にあり、集束磁束発生器9の中心軸は管軸と一致させられている。

コイルボビン9aには、絶縁被膜のついた直径1mmの銅線が管軸方向の長さ約20mmにわたって、内径80mm、外径150mmとなるよう均一に巻かれている。

さらにこのコイルには、厚さ約3mmの軟鉄製のシールド10が容器方向にのみ開口部が形成されるようにかぶせられている。

前記開口部の容器の軸方向の長さは20mmであり、この開口部から磁力線が管内に張り出すようになっている。

前記コイル9bには、駆動電流発生回路22から駆動電流が供給される。

駆動電流発生回路22から前記9bに1.2A（アンペア）の励磁電流を供給したときの管軸方向の磁束密度分布を第2図に示す。

このグラフから偏向電極4の位置での磁束密度はほとんど無視できる程度であり、偏向電極4の中を通過する光電子およびこれを通過した光電子は実質的に磁界の影響を受けていないことが理解できる。

動作電源回路23は、ストリーク管の光電面2に-10KV、メツシュ電極3に0V、ウオールアノード8に0V、螢光面5に0Vの動作電圧を供給している。

この動作条件で、光電面2に線状の光像を入射し、これに同期して偏向電圧発生器21から偏向電圧を印加して偏向感度を測定したところ、51mm/KVの偏向感度が得られた。

これは偏向電極4の電圧が1KV変化したときに射出面上で51mm像が移動することを示す。第3図および第4図に示したストリーク管の偏向電極と螢光面の間の距離が同じで偏向電極に入る時の光電面からの加速電圧も10KeVと同じにした静電集束型のストリーク管で得られる偏向感度は53

mm/KVと略同じである。

偏向感度が集束磁界によつて、ほとんど劣化しないことを示している。

なお第6図に示した従来の磁界集束型ストリーク管の偏向感度は、偏向電極形状、出射面と偏向

電極間の距離、光電子加速電圧を同一条件にした静電集束型のストリーク管の半分以下になってしまう。

前記実施例では、集束磁束発生器として電磁コイルを用いたが、円環状で軸方向に磁化されている永久磁石を用いることができる。

この場合には集束磁束発生器に電流を供給する駆動電源は不要となる。その他の部分の構成は前述した実施例と異ならない。

(変形例)

以上詳しく説明した実施例について本発明の範囲内で種々の変形を施すことができる。

前述したコイル形の集束磁束発生器では、磁界をコイルの軸方向について、なるべく狭い空間に集中して発生させるためにシールド10を用いている。しかし管長に比較して短いコイル長のものを使用すれば、管軸方向の磁界分布は、そのコイル長の中心にピークを持ち、その中心から離れるに従って減衰していく分布を持つのでシールド10は不可欠ではない。

前記螢光面の前面にマイクロチャンネルプレートを挿入すると微弱光像の経時変化を測定することができ、そのような変更を施すことも可能である。

(発明の効果)

以上詳しく説明したように本発明によるストリーク装置は、従来の電磁集束型のように偏向感度が下がることがない。したがって、従来の電磁集

束型のストリーク管と同じ傾斜の偏向波形を用いても、従来より大きな偏向感度が得られることになる。

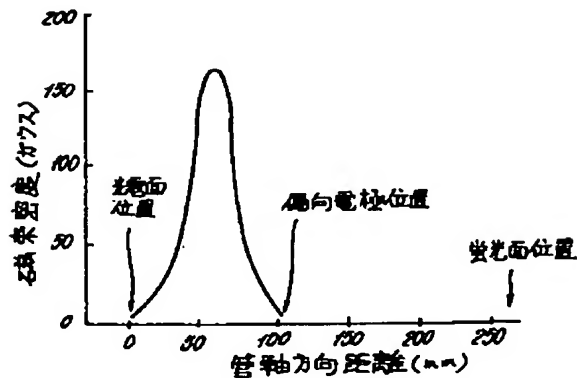
すなわち本発明によるストリーク装置は電磁集束型で高分解能の線状光像が得られる効果を充分生かして、非常に高い時間分解能を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

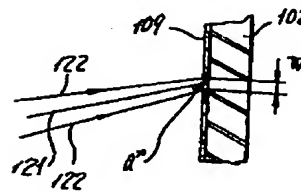
第1図は本発明によるストリーク装置の実施例を示すブロック図である。第2図は本発明によるストリーク装置の集束器の特性を説明するためのグラフである。第3図は従来の静電型の電子レンズを用いたストリーク装置の断面図である。第4図は従来の静電型の電子レンズを用いたストリーク装置の他の断面図である。第5図は前記従来の静電型の電子レンズを用いたストリーク装置の螢光面に入射する光電子の軌跡を説明するための拡大断面図である。第6図は従来の電磁型の電子レンズを用いたストリーク装置の断面図である。

1……円筒状の管、2……光電面、3……メッシュ電極（光電子加速電極）、4……偏向電極、5……螢光面、6……入射窓、7……出射窓、8……円筒状のウオールアノード（アノード）、9……集束磁束発生器、9a……コイルボビン、9b……コイル、10……シールド、21……偏向電圧発生回路、22……コイル駆動回路、23……動作電圧発生回路。

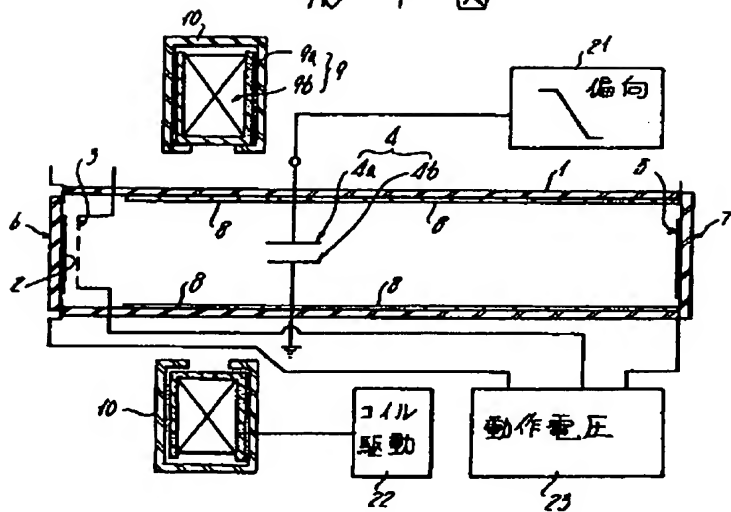
第2図



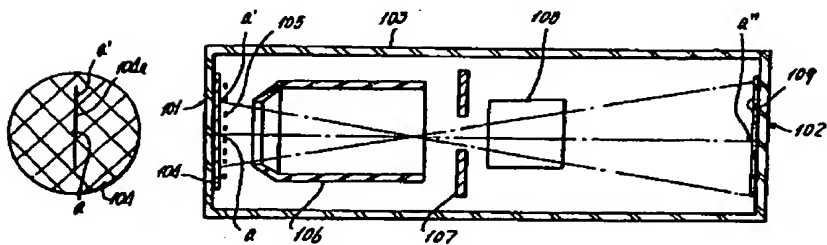
第5図



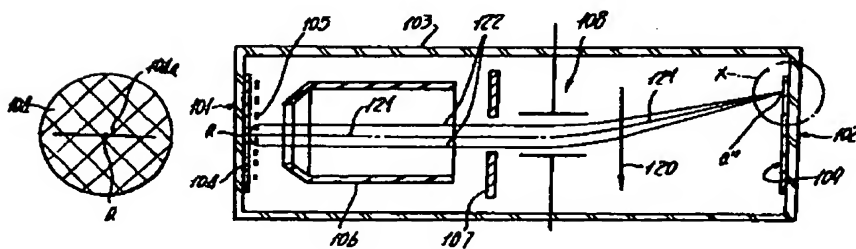
第 1 回



第 3 回



第 4 回



第 6 图

